

Tatalaksana Komprehensif Gangguan Ginjal pada Pekerja Industri Gula

Badrul Munir^{1*}, Meddy Setiawan², Febri Endra Budi Setyawan³, Feny Tunjungsari⁴

¹Rumah Sakit Bhayangkara Kediri
^{2,3,4}Universitas Muhammadiyah Malang

ABSTRAK

Pekerja tebu memiliki risiko lebih untuk terekspos pestisida dimana pestisida memiliki toksisitas tinggi. Salah satu penyakit yang paling sering di alami adalah gangguan ginjal, termasuk didalamnya acute kidney injury dan chronic kidney disease of unknown disease atau disebut mesoamerika nefropati. Penelitian ini merupakan suatu literatur review untuk mengetahui Tatalaksana Komprehensif gangguan ginjal pada pekerja industri gula. Tinjauan komprehensif dilakukan dengan mencari jurnal nasional dan internasional dalam rentang waktu 6 tahun terakhir yang diidentifikasi sesuai topic. Penyakit ginjal pada pekerja tebu dapat berupa acute kidney injury pada fase akut dan menjadi kronik apabila faktor resiko tidak dapat diatasi. Faktor resiko penyebab penyakit ginjal pada pekerja tebu adalah dehidrasi, pestisida, heat stress, aktivitas fisik yang berat, paparan asap pembakaran tebu. Langkah pencegahan yang dapat diambil berupa pemberian asupan cairan yang baik, pengadaan tempat istirahat yang baik, pengaturan jam kerja, modifikasi ransel khusus botol air, pengadaan alat pelindung diri yang sesuai dan penggunaan bagasse untuk mengurangi ion cadmium pada pestisida. Apabila telah terjadi penyakit ginjal maka dilakukan pengawasan dan pengobatan sesuai tingkatan penyakit agar tidak semakin memburuk. Pekerja industri gula memiliki berbagai macam resiko untuk terjadinya penyakit ginjal. Tatalaksana yang meliputi promotif, preventif, kuratif dan rehabilitatif dapat dilakukan untuk memberikan pelayanan komprehensif gangguan ginjal pada pekerja tebu.

Kata kunci: Pekerja industri gula, penyakit ginjal, tatalaksana komprehensif.

ABSTRACT

Sugarcane workers have a higher risk of being exposed to pesticides where pesticides have high toxicity. One of the most common diseases is kidney disorders, including acute kidney injury and chronic kidney disease of unknown disease or known as mesoamerican nephropathy. This study is a literature review to determine the comprehensive management of kidney disorders in sugar industry workers. A comprehensive review was conducted by searching for national and international journals in the last 6 years which were identified according to the topic. Kidney disease in sugarcane workers can take the form of acute kidney injury in the acute phase and become chronic if the risk factors cannot be overcome. Risk factors for kidney disease in sugarcane workers are dehydration, pesticides, heat stress, strenuous physical activity, exposure to sugarcane burning smoke. Preventive steps that can be taken include providing good fluid intake, providing good rest areas, setting working hours, modifying special backpacks for water bottles, procuring appropriate personal protective equipment and using bagasse to reduce cadmium ions in pesticides. If kidney disease has occurred, monitoring and treatment is carried out according to the level of the disease so that it does not get worse. Sugar industry workers have various risks for the occurrence of kidney disease. Management that includes promotive, preventive, curative and rehabilitative can be done to provide comprehensive services for kidney disorders in sugarcane workers.

Keywords: Sugar industry workers, kidney disease, comprehensive management.

*Korespondensi penulis:

Nama : Badrul Munir

Instansi : Rumah Sakit Bhayangkara Kediri

Alamat : Jl. Kombes Pol Duryat No.17 Kota Kediri, Jawa Timur, (0354) 671100

Email : badrul@umm.ac.id

Pendahuluan

AKI (*Acute Kidney Injury*) didefinisikan sebagai salah satu dari kriteria berikut Ppeningkatan serum kreatinin ≥ 0.3 mg/dl (≥ 26.5 $\mu\text{mol/l}$) dalam waktu 48 jam; atau peningkatan serum kreatinin ≥ 1.5 kali dari nilai normal, yang diketahui atau diduga telah terjadi dalam 7 hari sebelumnya; atau volume urin $<0,5$ ml/kg/jam selama 6 jam. Sedangkan CKD (*Chronic Kidney Disease*) adalah GFR <60 ml/menit, setiap 1.73 m² lebih dari 3 bulan dan atau kerusakan ginjal lebih dari 3 bulan.¹ Studi 2015 GBD (*Global Burden Disease*) memperkirakan pada 2015, 1.200.000 orang meninggal karena gagal ginjal, peningkatan 32% sejak 2005. Pada 2010, diperkirakan 2,3-7,1 juta orang dengan penyakit ginjal stadium akhir meninggal tanpa akses ke dialisis kronis. Selain itu, setiap tahun, sekitar 1.700.000 orang meninggal akibat gagal ginjal akut. Secara keseluruhan, diperkirakan 5 – 10 juta orang meninggal setiap tahunnya karena penyakit ginjal.²

Gula adalah komoditas global dan makanan pokok di beberapa negara. Tebu adalah sumber utama. Tebu tumbuh terutama di Asia, Amerika Selatan dan Karibia. Tebu dipanen sarinya dan diproses menjadi gula. Produk sampingan adalah *molasse* dan *bagasse*. *Molasse* digunakan dalam produksi rum dan alkohol, serta pakan ternak. *Bagasse* merupakan limbah residu berserat, digunakan terutama dalam kertas dan produksi papan dinding dan sebagai sumber bahan bakar pemanas. Bahan ini digunakan juga untuk produksi bahan kimia, plastik, cat, sintesis, serat, insektisida dan deterjen.³ Pekerja tebu memiliki risiko lebih untuk terekspos pestisida yang memiliki toksisitas tinggi. Kanker paru telah meningkat di kalangan pekerja industri gula. Ketika tebu dipotong dan dedaunan dibakar dapat

menimbulkan paparan *bagasse* yang menyebabkan bagassosis. Produktivitas pekerja menjadi berkurang karena penyakit kronis.⁴

Salah satu penyakit kronis tersebut adalah gangguan ginjal, termasuk didalamnya *Chronic Kidney Disease* (CKD) dan *Acute Kidney Injury*.⁵ Peningkatan morbiditas dan mortalitas penyakit ginjal kronis pada pekerja/buruh tebu yang dikenal dengan *Chronic Kidney Disease of unknown origin* (CKDu) dan juga disebut dengan nefropati mesoamerika yang telah menjadi epidemik di komunitas pekerja pertanian dengan penyebab pasti yang belum diketahui.⁶

Tatalaksana yang harus dilakukan pada penyakit akibat kerja adalah bagaimana tenaga kesehatan harus melakukan tatalaksana yang komprehensif.⁷ Pelayanan Komprehensif dapat dimaknai suatu aktivitas pelayanan kesehatan dalam menyelesaikan atau menatalaksana masalah kesehatan yang telah diketahui berdasarkan diagnosis holistik yang telah ditegakkan. Upaya pelaksanaan yang dilakukan meliputi promotif preventif, kuratif dan rehabilitatif.⁸ Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk memberikan gambaran bagaimana pelayanan komprehensif gangguan ginjal pada pekerja industri gula.

Metode

Metode penelitian adalah literatur review jurnal internasional maupun nasional yang telah dirangkum dan diperoleh 49 (empat puluh sembilan) artikel. Sebagian besar artikel adalah studi analisis *pre* dan *post* dengan pendekatan *cross sectional*. Pada 49 artikel dengan tahun terbit antara 2015 – 2020 ini telah sesuai dengan topik yang diangkat yaitu beberapa berisi tentang studi

kohort dengan data demografi dan biologis pada pekerja buruh tebu disuatu pabrik gula yang penelitian dilakukan sebelum (*pre*) dan sesudah (*post*) shift bekerja selama masa panen dengan mengidentifikasi data-data tersebut selama kurun waktu 6 bulan sehingga diperoleh beberapa hasil distribusi, faktor resiko, hubungan penyakit dengan paparan yang berhubungan antara bekerja sebagai pekerja buruh tebu dengan kejadian penyakit ginjal.

Hasil dan Diskusi

AKI (*Acute Kidney Injury*) didefinisikan dengan peningkatan serum kreatinin ≥ 0.3 mg/dl (≥ 26.5 μ mol/l) dalam waktu 48 jam; atau peningkatan serum kreatinin ≥ 1.5 kali dari nilai normal, yang diketahui atau diduga telah terjadi dalam 7 hari sebelumnya; atau volume urin $<0,5$ ml/kg/jam selama 6 jam. Sedangkan CKD (*Chronic Kidney Disease*) adalah GFR <60 ml/menit setiap 1.73 m² lebih dari 3 bulan dan atau kerusakan ginjal lebih dari 3 bulan. berdasarkan GFR CKD dibagi 5 tahap, dengan setiap peningkatan jumlah menunjukkan tahap penyakit yang lebih lanjut. Kebanyakan CKD tidak memiliki gejala pada tahap awal.^{1,9}

AKI dan CKD telah menjadi masalah kesehatan global karena meningkatnya insiden di negara-negara berkembang dan maju menyebabkan peningkatan morbiditas, mortalitas serta pengeluaran kesehatan secara keseluruhan. CKD berkontribusi pada beban penyakit dunia dengan angka kematian sebesar 850.000 jiwa per tahun. Insidensi CKD di banyak negara sebesar 200 kasus per satu juta penduduk per tahun. Laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan bahwa prevalensi CKD di Indonesia sekitar 0,2%. Survei oleh Perhimpunan Nefrologi Indonesia (Pernefri)

di Jakarta, Yogyakarta, Surabaya, dan Bali pada tahun 2009 mendapatkan prevalensi sebesar 12,5%.^{10,11} Penyakit ginjal banyak terjadi pada pekerja dewasa serta miskin di daerah pertanian tropis panas, lebih banyak pada pria daripada wanita. Penyakit ginjal stadium akhir banyak menjadi penyebab kematian, kematian terbanyak didapatkan pada pria diatas 60 tahun.^{12,13}

Pada beberapa penelitian terdapat hubungan antara AKI dan CKD terhadap pekerja *agrocultural* terutama pada petani tebu dengan angka prevalensi sebesar 50,2%.^{14,15} Di Mesoamerika, CKD sebagian besar terlihat di daerah dataran rendah yang panas terutama di area pertanian tebu. Insiden penderita penyakit ginjal lebih sering terlihat pada petani pemotong tebu dibandingkan pekerja lain di lingkungan yang sama.¹⁶ Kelembaban yang tinggi suhu lingkungan yang ekstrem/stres panas, dehidrasi akibat kerja dibawah terik dengan konsumsi cairan yang rendah serta perlindungan yang tidak memadai, toksisitas pestisida, logam berat, paparan polutan udara yang berasal dari debu tebu, penggunaan NSAID merupakan faktor resiko penyebab penyakit ginjal pada petani tebu. Namun, dehidrasi menjadi kontributor utama terhadap penurunan fungsi ginjal pada pekerja tebu.^{17,18,19}

1. Pestisida dan Logam Berat

Pestisida terdiri dari ratusan racun yang memiliki reaksi toksikologi yang berbeda-beda. Beberapa pestisida bersifat nefrotoksik dan dapat menyebabkan infeksi. Pestisida memiliki kandungan glifosat yaitu herbisida glifosat yang sering digunakan oleh para petani beras dan tebu. Glifosat adalah zat pengkelat logam membentuk senyawa glifosat dengan pleksus logam yang jika terbawa ke ginjal akan menyebabkan kerusakan ginjal. Pestisida jenis tersebut yang dapat menyebabkan paparan

nefrotoksik pada pekerja di pertanian melalui serbuk yang terbang di udara kemudian terhirup oleh petani, glifosat yang larut dalam air sumur dan mencemari sumber air tersebut sehingga pestisida dapat menyebabkan CKDu namun dengan diikuti beberapa faktor lain seperti paparan suhu lingkungan yang panas dan asupan cairan.^{12,20}

Logam-logam berat, terutama timbal merupakan penyebab AKI dan CKD. bagasse hasil pemrosesan tebu dapat mengikat cadmium, Dijepang terlalu sering terpapar dengan kadmium dan merkuri telah diidentifikasi sebagai penyebab utama disfungsi ginjal. Perhatian baru-baru ini telah difokuskan pada kemungkinan bahwa paparan logam berat kronis dan tingkat rendah dapat menjadi penyebab CKD.^{21,22}

2. Heat Stress dan Dehidrasi

Heat Stress atau stres yang dialami karena suhu panas adalah keadaan yang dialami oleh para pekerja yang bekerja diluar ruangan sebagai jumlah panas yang dihasilkan dalam tubuh ditambah jumlah panas yang diperoleh dari lingkungan luar.⁵ Dehidrasi yaitu suatu kondisi yang merupakan ciri hilangnya air tubuh secara berlebihan, diketahui berhubungan dengan disfungsi ginjal akut; Namun, sebagian besar dianggap reversibel dan dikaitkan dengan tidak ada efek jangka panjang pada ginjal.²³ Paparan panas yang berkepanjangan serta dehidrasi berberdampak pada kesehatan ginjal dan produktivitas pekerja.^{24,25} Stres akibat panas biasa terjadi ketika dehidrasi dengan manifestasi klinis berupa *fatigue*, sakit kepala, kram otot, kelemahan, pusing, mual, muntah, takikardi, hiperventilasi, ataxia, hipotensi, *syncope* dan perubahan status mental sementara. Sedangkan Manifestasi dehidrasi sendiri yaitu mulut kering serta disuria.^{26,27} Pada kondisi dehidrasi Vasopresin meningkat sebagai

respons terhadap panas dan dehidrasi dan memiliki peran dalam penyakit ginjal kronis paparan panas menghasilkan pelepasan vasopresin langsung, yang mengaktifkan jalur aldosa-reduktase / fruktokinase, yang mengakibatkan kerusakan ginjal secara langsung dari kadar fruktosa tinggi dan dari asam urat tinggi.^{28,29}

Dehidrasi, hipertermia, aktivitas fisik yang berat menyebabkan berkurangnya aliran darah ginjal karena darah dialihkan ke otot dan ke kulit untuk menghilangkan panas dalam tubuh. Ini akan mengurangi aliran darah ke organ visceral seperti usus dan ginjal. Berkeringat akan menyebabkan hilangnya air, natrium dan klorida. Bersama dengan redistribusi aliran darah, ini akan menyebabkan penurunan volume darah, Hemokonsentrasi terjadi bersamaan dengan penurunan berat badan selama latihan di lingkungan yang panas, tetapi hematokrit kembali dengan cepat pada saat pemulihan, juga tanpa hidrasi. Kehilangan air karena berkeringat dan penurunan volume darah akan mengaktifkan sistem saraf simpatis dan sistem renin angiotensin aldosteron (RAAS), yang menghasilkan pelepasan hormon antidiuretik (vasopresin) dan aldosteron. Sistem renin-angiotensin-aldosterone- (RAAS) -vasopresin bekerja menurunkan *Renal Blood Flow* (RBF) serta meningkatkan metabolisme tubular. RAAS teraktivasi akibat hilangnya elektrolit dan cairan karena berkeringat, hal ini berfungsi mengurangi RBF dan meningkatkan reabsorpsi air tubular dan natrium. Vasopresin, dirilis dengan aktivitas RAAS dan konsumsi fruktosa, menurunkan RBF dan meningkatkan reabsorpsi natrium. Peningkatan reabsorpsi natrium dan air meningkatkan kinerja ginjal dan kebutuhan oksigen. Kehilangan kalium melalui aktivasi RAAS dan / atau kerusakan pada tubular memiliki efek sekunder pada

aliran darah ginjal. Penurunan kalium jangka panjang dapat menyebabkan peradangan tubulointerstisial, suatu kondisi yang disebut *hypokalemic* atau *kaliopenic nephropathy*.^{30,31}

3. Aktivitas Fisik yang Berat

Memotong tebu adalah pekerjaan berat dan pekerja rata-rata memanen lebih dari 6 ton tebu per hari. Bekerja sebagai pemotong tebu itu adalah aktivitas yang berat, melakukan aktivitas yang berulang-ulang, menggunakan parang, dan berjalan membawa tebu. Waktu istirahat sedikit, tetapi masih di bawah matahari. pekerjaan tersebut melibatkan banyak kerja pada lengan, akan bersifat anaerob, menghasilkan peningkatan pembentukan laktat.^{29,30} Aktivitas fisik yang berat menghasilkan panas metabolik yang tinggi bila dikombinasikan dengan paparan panas eksternal yang tinggi dikaitkan dengan risiko penurunan fungsi ginjal dan cedera pada populasi berisiko CKD²⁸. Hal ini diperkuat pada penelitian yang dilakukan oleh Hansson et al, 2019, yaitu pekerja yang memiliki beban kerja tinggi mengalami lebih banyak kerusakan ginjal dari pekerja dengan beban kerja kurang.³¹

Asam urat meningkat setelah aktivitas fisik yang merupakan sekunder dari cedera otot akibat kerja dari otot. Hiperurisemia sistemik mengubah autoregulasi tekanan perfusi intra-ginjal, menyebabkan vasokonstriksi arteriol aferen, dan mengakibatkan peningkatan tekanan glomerulus. Menyebabkan pengurangan aliran darah ginjal, yang memperburuk hipoperfusi dan dapat mengakibatkan dampak peradangan dan kerusakan oksidatif. Asam urat juga menekan sintesis oksida nitrat, menyebabkan vasokonstriksi dalam tubulus ginjal, menghasilkan keadaan hipoksia, respons inflamasi, dan akhirnya

fibrosis. Selain itu, uricosuria secara independen menginduksi peradangan yang mengakibatkan cedera tubular dan fibrosis, yang memburuk di bawah kondisi asam urin.²⁹

4. Penggunaan NSAID

Pekerja yang menggunakan NSAID terbukti signifikan memiliki resiko yang tinggi terkena mengalami AKI.¹⁹ Cara kerja NSAID yaitu dengan cara menghambat produksi prostaglandin. Sedangkan prostaglandin berfungsi meningkatkan RBF dengan relaksasi arteriol aferen, mekanisme timbal balik pada perfusi ginjal yang rendah, dimana mekanisme ini berlawanan dengan kerja NSAID. NSAID bekerja dengan menghambat sintesis prostaglandin. NSAID, sering digunakan di kalangan pekerja pertanian dan telah terbukti mengurangi RBF.¹⁶

5. Paparan Asap Tebu Pembakaran

Pekerja tebu adalah kelompok yang paling berisiko untuk terjadi kerusakan pada ginjal terutama pada musim panen, dan peningkatan manifestasi gejala terkait dengan musim panen, petani memotong batang tebu dengan parang dan terpapar asap dari tebu yang terbakar. ladang tebu dibakar sedekat mungkin dengan waktu panen untuk mengurangi bahan berdaun dan memfasilitasi transportasi dan pemrosesan. Pembakaran batang tebu yang sebelumnya terpapar glifosat pada waktu panen kemungkinan merupakan sumber asap yang mengandung glifosat beracun, yang selanjutnya berkontribusi pada risiko pajanan. Pada studi sebelumnya disebutkan bahwa panen tebu yang terbakar menyebabkan peningkatan kreatinin serum dan penurunan laju filtrasi glomerulus, bersama dengan *rhabdomyolysis*, hipovolemia, peradangan sistemik dan stres oksidatif. Glifosat dapat mengganggu fungsi aquaporin, yang

biasanya diregulasi dalam tubulus ginjal sebagai respons terhadap vasopresin dan melindungi dari kehilangan air ginjal melalui urin.³²

Kombinasi *heat stress*, dehidrasi, cedera otot, aktivitas fisik yang berat dan nyeri muskuloskeletal yang diobati dengan obat bebas merupakan faktor-faktor yang berpotensi mengurangi RBF dan oksigenasi, sementara juga meningkatkan kebutuhan metabolisme pada sel-sel tubular. Kombinasi dari faktor ini dapat mengganggu keseimbangan oksigen tubulus, menyebabkan hypoxia dan akan dapat membangkitkan peradangan. Efek gabungan dari hipoksia dan rangsangan proinflamasi lainnya dapat memperparah kerusakan pada ginjal.¹⁶

Pada derajat awal, kerusakan pada ginjal belum menimbulkan gejala dan tanda spesifik, bahkan laju filtrasi glomerulus sebesar 60% pasien masih asimtomatik tapi sudah terjadi peningkatan kadar urea dan kreatinin serum. Namun pada beberapa pasien menampakkan kelainan secara klinis dan laboratorium dengan beberapa gejala sebagai berikut: arthralgia, asthenia, kram, pingsan, nycturia, disuria, urin berbusa disertai adanya penanda kerusakan ginjal: makroalbuminuria $\beta 2$ mikroglobulin, NGAL, hypermagnesuria, hyperphosphaturia, hypernatriuria, hyperkaluria, poliuria, alkalosis metabolik, hiponatremia, hipokalsemia, hipokalemia.^{33,34,35,36}

Pemahaman yang lebih baik tentang awal terjadinya kerusakan pada ginjal berfungsi untuk menginformasikan intervensi yang ditujukan untuk pencegahan, deteksi, dan diagnosis penyakit subklinis. Selain itu, pemahaman tentang perubahan dini akut pada fungsi ginjal berkontribusi pada pemahaman yang berkembang tentang akar penyebab multifaktorial CKD.²⁹

Promotif

Edukasi yang lebih baik untuk pekerja di lingkungan yang panas, jelas diperlukan untuk mengomunikasikan risiko yang terkait dengan paparan panas dan dehidrasi. Pekerja harus dilatih untuk mengenali tanda-tanda penyakit karena paparan panas.⁵ Edukasi pekerja tentang risiko penyakit akibat paparan panas dan *pre-assessment* kadar kreatinin serum pekerja dapat menyoroti individu yang berisiko, tetapi pekerja dapat menghindari pengujian tersebut karena takut akan kehilangan pendapatan.³⁷

Preventif

Dalam beberapa tahun terakhir, konsep bahwa dehidrasi tidak menyebabkan CKD telah ditentang. Ini telah disorot dalam penelitian terbaru yang menyelidiki bentuk misterius CKD yang telah menjadi epidemi di Amerika Tengah. Penyakit ini, yang dinamai *Mesoamerican Neopropathy* atau *Mesoamerican Endemic Nephropathy (MEN)* sedang diteliti pada para pekerja pertanian pria di Pantai Pasifik, khususnya di Nikaragua dan El Salvador. Kondisi ini berbeda dari penyebab utama CKD lainnya seperti tekanan darah tinggi dan diabetes, oleh karena itu dinamakan penyakit ginjal kronis yang asalnya tidak diketahui atau *Chronic Kidney Disease of Unknown Origin (CKDu)*. Sebagian besar subjek terbiasa bekerja berjam-jam di ladang tebu dalam kondisi yang sangat panas, dan dehidrasi.^{23, 29, 31, 37, 38, 39, 40} Paparan panas selama pemotongan tebu sangat ekstrem sehingga menurut pedoman *Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Department of Labor, United States of America* pekerja harusnya bekerja hanya 15 menit setiap jam.³⁹ Biopsi ginjal, ketika dilakukan, menunjukkan penyakit *tubulointerstitial* kronis, sering dengan bukti iskemia

glomerulus. Sementara etiologi penyakit tetap tidak diketahui, hipotesis favorit adalah bahwa hal itu mungkin berhubungan dengan depleksi volume berulang dan dehidrasi.²³

Studi epidemiologis provokatif menunjukkan bahwa peningkatan asupan cairan dapat memperlambat perkembangan CKD. Beberapa penelitian epidemiologis menunjukkan bahwa keluaran urin 3 liter per hari memberikan perlindungan ginjal yang signifikan dibandingkan dengan subyek yang mengekskresikan 1 hingga 1,5 liter per hari. Hal ini menunjukkan bahwa dehidrasi merupakan faktor risiko untuk CKD dan meningkatkan konsumsi air lebih dari asupan normal dapat memberikan perlindungan yang lebih.^{23, 40}

Asupan cairan yang lebih tinggi dikaitkan dengan sirkulasi *copeptin* yang lebih rendah dan dengan demikian menjaga kesehatan ginjal di antara pekerja tebu yang terkena kondisi panas. Hasilnya ketika pekerja meningkatkan hidrasi mereka (diukur dengan peningkatan keseimbangan cairan), konsentrasi *copeptin* berkurang, dan penurunan ini dikaitkan dengan peningkatan fungsi ginjal.²⁸ Penting untuk membatasi paparan pekerja terhadap tekanan panas, peningkatan minum air dengan jumlah mineral yang cukup seperti natrium dan kalium untuk meminimalkan efek keringat berlebih, dan menghindari NSAID.⁴⁰

Pencegahan adalah pendekatan terbaik untuk mengatasi kematian CKD terkait panas. Pada pasien yang lebih tua dapat melakukan implementasi pencegahan dari langkah-langkah sederhana seperti pemeliharaan asupan cairan yang memadai dikombinasikan dengan meminimalkan *insensible loss* menggunakan spons hangat dan memindahkan orang yang terkena dampak ke lingkungan yang lebih dingin. Menyesuaikan dosis obat seperti diuretik,

memantau elektrolit dan fungsi ginjal, diikuti oleh intervensi awal untuk mengoptimalkan kelainan elektrolit akan meminimalkan perkembangan menjadi cedera ginjal akut.

Bukti terbaru menunjukkan bahwa menerapkan intervensi dasar yang serupa pada individu yang lebih muda yang rentan, seperti penyediaan reservoir air portabel, waktu istirahat yang dijadwalkan dan tenda teduh *mobile* untuk pekerja tebu, menghasilkan perbaikan penanda dehidrasi dan peningkatan GFR. Pedoman *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) mengenai standar paparan panas dan lingkungan yang panas terhad pekerja merekomendasikan untuk mengganti cairan sesering mungkin ketika bekerja dalam kondisi yang dapat menyebabkan stres panas, misalnya, 250 mL air setiap 20 menit dengan atau tanpa pemantauan berat badan. Intervensi lain seperti pemantauan mandiri berat badan pagi hari, warna urin dan persepsi haus memiliki *evidence* yang kurang.^{17,37}

Kelompok Kerja Program Kesehatan dan Efisiensi Pekerja (*The Worker Health and Efficiency Program Working Group*) melakukan studi intervensi multi fase selama pemotongan tebu di El Salvador dengan tujuan utama untuk mencegah stres panas dan dehidrasi tanpa mengurangi produktivitas. Intervensi ini secara luas mengikuti program dari OSHA yaitu *Water.Rest.Shade* (WRS) untuk orang yang bekerja di suhu panas. Peningkatan efisiensi dengan menggunakan tenaga ahli dari industri tebu Australia. Tujuan sekunder adalah untuk menentukan apakah intervensi ini akan mengakibatkan berkurangnya konsekuensi kesehatan dari stres akibat panas dan dehidrasi, dengan atau tanpa bukti fungsi ginjal selama 1 hari penuh dan selama panen.³⁹

Water Rest Shade (WRS)

Program istirahat dirancang agar semua pekerja beristirahat di bawah naungan kanopi portabel yang bergerak secara progresif bersama tim tebu sepanjang hari kerja. Pada pagi hari lebih dingin, dengan suhu naik tajam sekitar pukul 09:30. Jadwal dimulai dengan interval kerja 1,5-2 jam pada awal hari diikuti oleh periode kerja satu jam sesudahnya, dibagi waktu istirahat 10-15 menit dan istirahat makan siang 45 menit. Setiap pekerja dilengkapi dengan ransel dengan kapasitas 3 liter berupa tabung fleksibel dan corong yang terhubung (*CamelBaks*) untuk hidrasi berkelanjutan. Model yang digunakan diciptakan untuk Pasukan Khusus AS yang terlibat dalam perang gurun. *CamelBaks* diisi ulang saat istirahat dengan air dalam pendingin sebanyak 40 liter yang ditempatkan di bawah setiap kanopi peneduh. Pendingin diisi setiap hari dengan air segar dari truk air yang dibawa ke ladang oleh pabrik. Pada akhir setiap hari, orang-orang melaporkan jumlah isi ulang *CamelBak*. Intervensi WRS layak disiapkan di ladang tebu, dan tampak nyata mengurangi dampak dari kondisi stres panas bagi tenaga kerja. Dengan menggunakan intervensi WRS tersebut produksi dapat dipertahankan dan memberikan dampak yang minimal pada kesehatan pekerja.³⁹

Mengurangi stres akibat panas dan dehidrasi dapat mengurangi cedera ginjal akibat panen silang. Pabrik tebu Ingenio San Antonio (ISA) di Chinandega, Nikaragua, secara bertahap meningkatkan upaya untuk meningkatkan kesehatan kerja di kalangan pekerja lapangan dan telah menambahkan asupan air, istirahat dan naungan untuk upaya pencegahan cedera melalui prinsip-prinsip berikut:

- a. Kelompok pekerja lapangan yang dianggap berisiko tinggi mengalami

cedera ginjal memiliki akses ke tenda untuk beristirahat di tempat teduh selama istirahat. Tenda *mobile* yang terbuat dari kain jaring terbuka di dua sisi, sehingga selain untuk tempat berteduh juga memiliki ventilasi.

- b. Pemotong tebu memiliki tempat duduk untuk beristirahat.
- c. Petugas hidrasi mengisi ulang termos pribadi dan mendistribusikan larutan elektrolit 0,3 L (*bolis*) setiap jam.
- d. Istirahat dan waktu kerja disesuaikan untuk menghindari pekerjaan yang paling berat setelah siang hari.
- e. Pekerja diberi pakaian pelindung matahari, termasuk topi, pelindung mata atau kacamata hitam, kemeja lengan panjang, dan termos pribadi di samping peralatan pelindung pribadi lainnya.
- f. Klinik kesehatan keliling memberikan dukungan untuk pemotong tebu di lapangan selama panen.^{20, 31, 41}

Strategi untuk mencegah cedera akibat stres akibat panas harus diterapkan pada populasi berisiko tinggi ini, seperti strategi yang direkomendasikan oleh pedoman terbaru mencakup reposisi air dan garam alih-alih hanya minum air, penggunaan pakaian yang sesuai untuk lingkungan sekitar bukannya pakaian kerja berat dan berventilasi buruk yang biasanya digunakan dan membatasi jumlah jam kerja.¹⁵ Ketegangan panas dapat dicegah dengan pakaian berbahan *nanoporous metalized polyethylene* atau rompi pendingin.¹⁷ Hidrasi atau asupan cairan yang cukup, penyediaan tempat istirahat, penyediaan pakaian pelindung matahari, topi, pelindung mata atau kacamata hitam, waktu istirahat yang cukup dan penyediaan klinik kesehatan keliling selama panen bagi pekerja tebu yang bekerja pada lingkungan terpapar panas khususnya pemotong tebu sangatlah penting

untuk mencegah dehidrasi sehingga risiko gangguan fungsi ginjal dapat diminimalkan.

Kuratif

Orang dengan CKD perlu monitoring evaluasi eGFR, biopsi ginjal sebagai konfirmasi diagnosis penyakit, tes laboratorium (urin, serum kreatinin, sodium, magnesium, postasium, asam urat dan tingkatan kreatinin kinase), mengidentifikasi riwayat penyakit sebelumnya baik dari lingkungan, pernah infeksi seperti malaria atau leptospirosis atau penggunaan obat yang bersifat nefrotoksik seperti rokok, NSAIDs, suplemen herbal dan terpapar pestisida di tempat kerja.

Bagi pekerja yang bekerja di industri beresiko tinggi perlu terapi suportif. Pasien yang sudah mengalami nefropati di *stage* akhir perlu dilakukan hemodialisis atau transplantasi ginjal. Pengobatan yang lain yaitu penggunaan obat allopurinol dapat melindungi dari stress panas yang menyebabkan kerusakan ginjal. Pemberian allopurinol pada tikus yang mengalami stress panas ternyata dapat memberikan hasil signifikan karena allopurinol dapat memberikan perlindungan yang dikaitkan dengan konsentrasi penurunan asam urat intrarenal dan meningkatkan fungsi ginjal pada tikus yang mengalami kerusakan ginjal.^{20,23}

Konsumsi minuman manis yang mengandung gula dan elektrolit berdampak buruk pada kesehatan ginjal sehingga dianjurkan pekerja untuk tidak minum minuman manis sebagai pengganti penyedia nutrisi di saat kondisi panas. Selain itu, pekerja harus diberitahu mengenai efek samping penggunaan NSAID sebagai obat antinyeri serta perbaikan tempat kerja yang dirancang sesuai konsep ergonomis. Pentingnya kebutuhan air dan istirahat untuk

pekerja yang bekerja dalam kondisi panas sebagai pencegahan dan terapi kerusakan ginjal. Manajemen terapi untuk AKI adalah melakukan peningkatan rehidrasi natrium dan kalium, pekerja membatasi paparan panas, menganjurkan meminimalkan keringat berlebihan dan tidak sering menggunakan obat NSAID. Hal ini cara efektif untuk penanganan AKI agar tidak berkelanjutan menjadi CKD.^{16,42,40}

Terapi bagi pekerja yg di tempat panas minum 1 cangkir (250 ml) setiap 20 menit untuk mempertahankan hidrasi dan mengatur berat badan serta dilakukan monitoring cairan setiap hari. Berat badan yang ideal dapat sebagai bentuk pencegahan timbulnya CKD. Selain itu membatasi kegiatan kerja sesingkat 15 menit per jam selama sebagian hari. Hal ini sama dengan penelitian Intervensi yang diberikan kepada pekerja berdampak baik bagi kesehatan ginjal. Intervensi yang dilakukan adalah setiap tempat pemotong tebu disediakan air 3 liter dan air termos 40 L untuk mencegah dehidrasi dan melakukan pengurangan jam kerja hanya 10 – 15 menit istirahat di setiap 1 – 1,5 jam.^{5,43}

Manajemen terapi yang lain yaitu pentingnya mengedukasi pekerja tentang aspek keselamatan sebagai perlindungan pekerja di tempat kerja dan mengenai diagnosis dini dan tatalaksana dini AKI berperan penting sebagai terapi AKI bagi pasien.^{10,34} Manajemen terapi medikamentosa AKI yaitu mengoptimalkan hemodinamik seperti terapi cairan kristaloid, obat vasoaktif seperti norepineprin, vasopressin, diuretik (furosemide), acetylcysteine, sodium bicarbonate, statins, dan dialysis. dialisis hanya digunakan saat sudah mengancam jiwa.⁴⁴

Manajemen terapi medikamentosa pada CKD bertujuan untuk mempertahankan

fungsi ginjal dan dengan mengobati kondisi yang mendasarinya, memperlambat perkembangan, mengurangi risiko terkena penyakit kardiovaskular selama mungkin. Pada tahap awal penyakit gagal ginjal kronis biasanya tidak ada gejala untuk menunjukkan bahwa ginjal rusak karena ginjal melakukan pekerjaan yang baik bahkan ketika mereka tidak berfungsi pada 100 persen. Tidak ada obat untuk penyakit ginjal, mungkin untuk menghentikan kemajuannya atau setidaknya memperlambat kerusakan. Dalam banyak kasus, pengobatan yang dapat diterima dan perubahan gaya hidup dapat membantu menjaga seseorang dan ginjal mereka lebih sehat lagi. Selain makan yang benar dan mengambil diresepkan obat-obatan, berolahraga secara teratur dan tidak merokok sangat membantu memperpanjang kesehatan ginjal.⁹

Manajemen CKD telah difokuskan pada diagnosis dan pengobatan penyakit ginjal tertentu, dan dialisis atau transplantasi untuk gagal ginjal. Bukti menunjukkan bahwa strategi pencegahan secara substansial dapat mengurangi beban CKD, dan ada bukti bahwa strategi tersebut belum terlaksana. Tes untuk mendeteksi penyakit ginjal pada awal, tahap paling dapat diobati adalah tidak banyak digunakan. Dengan demikian, pendekatan kesehatan publik yang komprehensif untuk mengatasi pencegahan CKD diperlukan untuk mengatasi hal ini secara masalah utama kesehatan. Perhatian terhadap faktor risiko kardiovaskular tetap penting untuk menunda perkembangan CKD dan mencegah peristiwa kardiovaskular. Pengelolaan langsung CKD berfokus pada renin angiotensin aldosteron blokade (RAAS) dan kontrol tekanan darah. Manajemen juga mencakup manajemen yang optimal kondisi komorbid umum seperti diabetes dan mengatasi faktor risiko

kardiovaskular untuk mengurangi risiko untuk CVD.⁹

Manajemen CKD dengan hipertensi yaitu memberikan obat *ACE Inhibitor* atau *Angiotensin Receptor Blocker* (ARB) berguna sebagai perlindungan ginjal sebagai obat lini pertama pada pasien dengan proteinuria (>1 gm/24h), diabetes progresif dan Nondiabetic penyakit ginjal. Angiotensin menyebabkan vasokonstriksi lebih besar eferen arteriol dari arteriol aferen, menyebabkan hipertensi glomerulus. ACEI dan ARB dapat menunda perkembangan penyakit ginjal.⁹

Manajemen CKD dengan diabetes mellitus yaitu target tingkat hemoglobin terglikasi harus <7,0% dan target kadar glukosa puasa plasma, 90-160 mg/dl (5.0-8,9 mmol/liter) pengobatan dengan metformin dapat diterima pada pasien dengan tahap I, II, atau III penyakit ginjal kronis yang stabil, sulfonilurea (misalnya, gliclazide) adalah lebih disukai agen *long-acting*; sulfonilurea dan insulin memerlukan penyesuaian dosis, repaglinide dapat digunakan pada pasien dengan stadium iv kronis penyakit ginjal dan tidak memerlukan dosis penyesuaian.⁹

Manajemen CKD dengan dislipidemia yaitu target untuk kadar kolesterol LDL harus mengikuti pedoman untuk populasi umum; statin terapi dianjurkan, tidak ada dosis penyesuaian diperlukan untuk sequestrants asam empedu, statin, Niacin, atau ezetimibe, tapi fibrat memerlukan penyesuaian dosis sesuai untuk efek obat pada fungsi ginjal.⁹

Manajemen CKD dengan anemia yaitu suplementasi besi dianjurkan yaitu agen *eritropoiesis-stimulating* telah digunakan, tetapi perhatian dianjurkan karena risiko kardiovaskular yang terkait dengan penggunaan agen ini; tingkat hemoglobin target harus tidak lebih tinggi dari 10 untuk

12 mg/dl jika agen *eritropoiesis-stimulating* sedang digunakan.⁹

Manajemen CKD dengan penyakit kardiovaskular yaitu aspirin 81 mg sehari, dianjurkan jika risiko kardiovaskular tinggi atau penyakit kardiovaskular ada dan jika tidak ada kontraindikasi untuk aspirin.⁹

Rehabilitatif

Rehabilitasi ginjal didefinisikan koordinasi, intervensi multifaset dirancang untuk mengoptimalkan fisik pasien yang terkena penyakit ginjal baik psikologis, dan fungsi sosial, dalam menstabilkan, memperlambat, atau bahkan menurunkan perkembangan kerusakan ginjal, sehingga mengurangi morbiditas dan mortalitas. Rehabilitasi yang dilakukan bagi pasien AKI adalah tenaga medis melakukan follow up setiap pasien dan memberikan intervensi sederhana seperti melakukan perubahan gaya hidup, rekonsiliasi obat, pengendalian tekanan darah, dan memberikan pendidikan mengenai AKI memberikan hasil signifikan terhadap kesembuhan AKI. Rehabilitasi CKD mencakup lima komponen utama: olahraga, pola makan, manajemen cairan, pengobatan dan pengawasan medis, pendidikan, konseling psikologis. Terapi olahraga dapat menjadi strategi klinis yang efektif untuk meningkatkan fungsi ginjal dan lebih rendah risiko RRT (terapi transplantasi ginjal) pada pasien *non-dialysis*.^{45,46}

Kesimpulan

Penyakit ginjal seperti AKI dan CKD telah menjadi masalah kesehatan global karena meningkatnya insiden di negara-negara berkembang dan maju menyebabkan peningkatan morbiditas, mortalitas serta pengeluaran kesehatan secara keseluruhan. Penyakit ginjal ini banyak terjadi pada pekerja dewasa serta miskin di daerah

pertanian tropis panas, seperti pekerja *agro-cultural* terutama pada petani tebu. Kelembaban yang tinggi, suhu lingkungan yang ekstrem/stres panas, dehidrasi akibat kerja dibawah terik dengan konsumsi cairan yang rendah serta perlindungan yang tidak memadai, toksisitas pestisida, logam berat, paparan polutan udara yang berasal dari debu tebu, penggunaan NSAID merupakan faktor resiko penyebab penyakit ginjal pada petani tebu. Pemahaman yang lebih baik tentang awal terjadinya kerusakan pada ginjal berfungsi untuk menginformasikan intervensi yang ditujukan untuk pencegahan, deteksi, dan diagnosis penyakit subklinis.

Pada penyakit ginjal tatalaksana yang dapat dilakukan meliputi promotif, preventif, kuratif dan rehabilitatif. Edukasi yang baik tentang melakukan hidrasi atau asupan cairan yang cukup, penyediaan tempat istirahat, penyediaan pakaian pelindung matahari, topi, pelindung mata atau kacamata hitam, waktu istirahat yang cukup dan penyediaan klinik kesehatan bagi pekerja tebu yang bekerja pada lingkungan terpapar panas merupakan hal penting untuk mencegah dehidrasi sehingga risiko gangguan fungsi ginjal dapat diminimalkan. Manajemen terapi medikamentosa untuk AKI dan CKD bertujuan untuk mempertahankan fungsi ginjal dan mengobati kondisi yang mendasarinya, memperlambat perkembangan, mengurangi risiko terkena penyakit kardiovaskular yaitu dengan mengoptimalkan hemodinamik seperti terapi cairan kristaloid, obat vasoaktif seperti norepineprin, vasopressin, diuretic (furosemide), Acetylcysteine, Sodium bicarbonate, Statins, dan dialysis. Rehabilitasi dilakukan untuk mengoptimalkan fisik pasien baik psikologis dan fungsi sosial. Rehabilitasi bagi pasien AKI dan CKD mencakup perubahan gaya

hidup, olahraga, pola makan, manajemen cairan, pengobatan dan pengawasan medis, pendidikan, konseling psikologis.

Tatalaksana secara komprehensif dalam manajemen penyakit ginjal pada pekerja yang terpapar panas sangatlah penting. Sehingga dapat dilakukan tindakan lebih lanjut mengenai upaya apa yang seharusnya dilakukan atau ditambahkan untuk mengoptimalkan pencegahan terjadinya penyakit ginjal pada pekerja tebu yang terpapar panas.

Referensi

1. Kellum JA, Lameire N, Aspelin P, Barsoum RS, Burdmann EA, Goldstein SL, et al. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney International Supplements*. 2012 Mar;2(1):1-138. DOI: 10.1038/kisup.2012.1. Available From: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84884342549&origin=inward&txGid=b731496ab6ebd25461bfaab3ea18e677>.
2. Luyckx VA, Tonelli M, Stanifer JW. World Health Organization. The Global Burden of Kidney Disease and The Sustainable Development Goals. *Bulletin of The World Health Organization*. 2018;96:414–422C. DOI: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.17.206441>. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5996218/pdf/BLT.17.206441.pdf>.
3. Major Safety and Health Hazards The Scale of the Child Labour Problem. International Labour Organization. 2001.
4. Fatima SA, Shahid I. Study of Occupational Health and Safety Conditions of a Sugar Mill in Pakistan. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 2017 July 21;11(1):97–104. Available From: <https://dokumen.tips/download/link/study-of-occupational-health-and-safety-conditions-of-a-of-occupational-health>.
5. Nerbass FB, Filho RP, Clark WF, Sontrop JM, McIntyre CW, Moist L. Occupational Heat Stress and Kidney Health: From Farms to Factories. *Kidney Int Reports*. 2017 August 29;2:998–1008. DOI: 10.1016/j.ekir.2017.08.012. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5733743/>.
6. Dawson JB, Krisher L, Asensio C, Cruz A, Tenney L, Weitzenkamp D, et al. Risk Factors for Declines in Kidney Function in Sugarcane Workers in Guatemala. *J Occup Environ Med*. 2018;60(6):548–558. DOI:10.1097/JOM.0000000000001284. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29370016/>.
7. World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean. Occupational Health a Manual for Primary Health Care Workers. World Health Organization. 2001. Available From: https://www.who.int/occupational_health/regions/en/oehemhealthcareworkers.pdf?ua=1.
8. Setyawan FEB. Holistik Komprehensif. In: Pendekatan Pelayanan Kesehatan Dokter Keluarga (Pendekatan Holistik Komprehensif). Malang: Zifatama Jawa, 2019. 180 p.
9. Kefale B. Current Management of Chronic Kidney Disease: Literature Review. *JOJ Urology & Nephrology*. 2018 December;6(2):0032-0039. DOI: 10.19080/JOJUN.2018.06.555684. Available From: <https://juniperpublishers.com/jojun/pdf/JOJUN.MS.ID.555684.pdf>.
10. Oluseyi A, Ayodeji A, and Fasaanu A. Aetiologies and Short-term Outcomes of Acute Kidney Injury in a Tertiary Centre in Southwest Nigeria. *Ethiopian Journal of Health Sciences*. 2016 January;26(1):37-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ejhs.v26i1.8>. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4762958/pdf/EJHS2601-0037.pdf>.
11. Delima D, Tjitra E, Tana L, Halim FS, Ghani L, Siswoyo H, et al. Faktor Risiko Penyakit Ginjal Kronik: Studi Kontrol di Empat Rumah Sakit di Jakarta Tahun 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*.

- 2017;45(1):17–26.
<http://dx.doi.org/10.22435/bpk.v45i1.577>
1.17-26. Available From:
<https://www.neliti.com/publications/74905/faktor-risiko-penyakit-ginjal-kronik-studi-kasus-kontrol-di-empat-rumah-sakit-di>.
12. Valckle M, Levasseur ME, Silva ASd, Wesseling C. Pesticide Exposures and Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology: an Epidemiologic Review. *Environmental Health*. 2017 May 23;16(49):1–20. DOI 10.1186/s12940-017-0254-0. Available From: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-017-0254-0>.
13. Ordunez P, Nieto FJ, Martinez R, Soliz P, Giraldo GP, Mott SA, Hoy WE. Chronic Kidney Disease Mortality Trends in Selected Central America Countries , 1997–2013: Clues to an Epidemic of Chronic Interstitial Nephritis of Agricultural Communities. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2018 February;72(4):280-286. DOI: 10.1136/jech-2017-210023. Available From: <http://publichealthintelligence.org/content/chronic-kidney-disease-mortality-trends-selected-central-america-countries-1997-2013-clues>.
14. Ekiti ME, Zambo JB, Assah FK, Agbor VN, Kekay K, and Ashuntantang G. Chronic Kidney Disease in Sugarcane Workers in Cameroon: a Cross-Sectional Study. *BMC Nephrology*. 2018;19(10):1-8. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5769452/>.
15. Santos UP, Zanetta DMT, Filho MT, Burdmann EA. Burnt Sugarcane Harvesting is Associated with Acute Renal Dysfunction. *Kidney International*. 2015 April;87(4):792–799. DOI: 10.1038/ki.2014.306. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25229334/>.
16. Hansson E, Glaser J, Jakobsson K, Weiss I, Wesseling C, Rebekah AIL, et al. Pathophysiological Mechanisms by Which Heat Stress Potentially Induces Kidney Inflammation and Chronic Kidney Disease in Sugarcane Workers. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute: Nutrients*. 2020 June 2;12(6):1-22. <https://doi.org/10.3390/nu12061639>. Available From: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/6/1639>.
17. Wagoner RS, Gálvez NIL, Zapien JGd, Griffin SC, Canales RA, Beamer PI. An Occupational Heat Stress and Hydration Assessment of Agricultural Workers in North Mexico. *Kidney International*. 2020 March 22; Vol. 17(6): 1-13. DOI:10.3390/ijerph17062102. Available From: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/6/2102>.
18. Glaser J, Hansson E, Weiss I, Wesseling C, Jakobsson K, Ekström U, et al. Preventing Kidney Injury Among Sugarcane Workers: Promising Evidence from Enhanced Workplace Interventions. *Occupational Environmental Medicine*. 2020;0:1–8. DOI: 10.1136/oemed-2020-106406. Available From: <https://oem.bmj.com/content/early/2020/05/12/oemed-2020-106406>.
19. Dawson JB, Krisher L, Yoder H, Dally M, Sorensen, C, Johnson RJ, et al. Evaluation of Heat Stress and Cumulative Incidence of Acute Kidney Injury in Sugarcane Workers in Guatemala. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2019 April 17;92:977-990. DOI: 10.1007/s00420-019-01426-3. Available From: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00420-019-01426-3.pdf>.
20. Johnson RJ, Wesseling C, Newman LS. 2019 Chronic Kidney Disease of Unknown Cause in Agricultural Communities. *The New England Journal of Medicine*. 2019 May 9;380(19): 1843-1852. Available From: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1813869>.
21. Scammell MK, Sennett CM, Petropoulos ZE, Jeanne K and Kaufman JS. Environmental and Occupational Exposures in Kidney Disease. *Seminars in Nephrology*. May 2019 1;39(3):230–243. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2019.02.001>. Available From: [https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295\(19\)30007-5/fulltext](https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295(19)30007-5/fulltext).
22. Islamuddin, Gautam RK, and More N. Modified Sacchurum Officinarium

- (Sugarcane Bagasse [Sb]) Activated Powder Used as a Natural Adsorbent for the Removal of Cadmium (Cd) From Simulated Wastewater (Aqueous Solution). *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. 2017 January;5(1):212-218. Available From: https://www.researchgate.net/publication/335228104_Modified_Sacchurum_Officinatum_Sugarcane_Bagasse_Sb_Activated_Powder_Used_as_a_Natural_Adsorbent_for_the_Removal_of_Cadmium_Cd_From_Simulated_Wastewater_Aqueous_Solution/link/5d59176a92851cb74c74d2d6/download.
23. Jimenez CR, Lanaspá MA, Jensen T, Lozada LGS, Johnson RJ. Mechanisms by Which Dehydration May Lead to Chronic Kidney Disease. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2015;66(suppl 3):10–13. DOI: 10.1159/000381239. Available From: <https://www.karger.com/Article/FullText/381239>.
24. Dally M, Dawson JB, Krisher L, Monaghan A, Weitzenkamp D, Sorensen C, et al. The Impact of Heat and Impaired Kidney Function on Productivity of Guatemalan Sugarcane Workers. *PLoS ONE*. 2018 October 5; 13(10): DOI: 10.1371/journal.pone.0205181. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30289894>. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30289894/>.
25. Bouwarthan MA, Quinn MM, Kriebel D, and Wegman DH. Risk of Kidney Injury Among Construction Workers Exposed to Heat Stress: A Longitudinal Study from Saudi Arabia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020 May 26; 17(11):1-16. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113775>. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32466510/>.
26. Nerbass FB, Moist L, Clark WF, Vieira MA, and Filho RP. Hydration Status and Kidney Health of Factory Workers Exposed to Heat Stress: A Pilot Feasibility Study. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2019 June 14;74(suppl 3):30-37. DOI: 10.1159/000500373. Available From: <https://www.karger.com/Article/FullText/500373>.
27. Crowe J, Nilsson M, Kjellstrom T, and Wesseling C. Heat-Related Symptoms in Sugarcane Harvesters. *American Journal Of Industrial Medicine*. 2015 April 7;58(5):541–548. <https://doi.org/10.1002/ajim.22450>. Available From: https://docksci.com/queue/heat-related-symptoms-in-sugarcane-harvesters_5a55233dd64ab2a14aa71d22.html.
28. Dawson JB, Dally M, Johnson RJ, Johnson EC, Krisher L, Lozada LGS, Griffin BR, et al. Association of Copeptin, a Surrogate Marker of Arginine Vasopressin, with Decreased Kidney Function in Sugarcane Workers in Guatemala. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2020 March 13;76(1):30-36. DOI: 10.1159/000506619. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32172243/>.
29. Sorensen CJ, Dawson JB, Dally M, Krisher L, Griffin BR, Johnson RJ, et al. Risk Factors and Mechanisms Underlying Crossshift Decline in Kidney Function in Guatemalan Sugarcane Workers. *J Occup Environ Med*. 2019 March;61(3):239–250. DOI: 10.1097/JOM.0000000000001529. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30575695/>.
30. Trabanino RG, Jarquin E, Wesseling C, Johnson RJ, Quiroz MJ, Weiss I, et al. Heat Stress, Dehydration, and Kidney Function in Sugarcane Cutters in El Salvador—a Cross-Shift Study of Workers at Risk of Mesoamerican Nephropathy. *Environ Res*. 2015;142:746–755. DOI: 10.1016/j.envres.2015.07.007. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26209462/>.
31. Hansson E, Glaser J, Weiss I, Ekström U, Apelqvist J, Hogstedt C, et al. Workload and Cross-Harvest Kidney Injury in a Nicaraguan Sugarcane Worker Cohort. *Occupational and Environmental Medicine*. 2019;76:818-826. DOI: 10.1136/oemed-2019-105986. Available From:

- <http://oem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/oemed-2019-105986>.
32. Seneff S and Orlando LF. Is Glyphosate a Key Factor in Mesoamerican Nephropathy?. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*. 2018;8(1):1-10. DOI: 10.4172/2161-0525.1000542. Available From: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/is-glyphosate-a-key-factor-in-mesoamerican-nephropathy-2161-0525-1000542.pdf>.
 33. Ariyanto A, Hadisaputro S, Lestariningsih L, and Adi MS. Beberapa Faktor Risiko Kejadian Penyakit Ginjal Kronik (PGK) Stadium V pada Kelompok Usia Kurang dari 50 Tahun (Studi di RSUD dr. H. Soewondo Kendal dan RSUD dr. Adhyatma, MPH Semarang). *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*. 2018 February 20;3(1):1-6. <https://doi.org/10.14710/jekk.v3i1.3099>. Available From: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jekk/article/view/3099>.
 34. Valdés RH, Orantes CM, López MA, Marín LL, Arévalo PA, González MJS, et al. Clinical Characteristics of Chronic Kidney Disease of Non-Traditional Causes in Women of Agricultural Communities in El Salvador. *Clinical Nephrology*. 2015;83(7 Suppl 1):56-63. DOI: 10.5414/cnp83s056. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25725244/>.
 35. Laws RL, Brooks DR, Amador JJ, Weiner DE, Kaufman JS, Rubio OR, et al. Biomarkers of Kidney Injury Among Nicaraguan Sugarcane Workers. *Am J Kidney Dis*. 2016 February;67(2):209–217. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.08.022>. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26454687/>.
 36. Raúl H, Orantes CM, Almaguer M, Alfonso P, Bayarre HD, Leiva IM, et al. Clinical Characteristics of Chronic Kidney Disease of Nontraditional Causes in Salvadoran Farming Communities. *MEDICC Review*. 2014 April;16(2):39-48. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24878648/>.
 37. Flatharta TÓ, Flynn A, Mulkerrin EC. Heat-Related Chronic Kidney Disease Mortality in The Young And Old: Differing Mechanisms, Potentially Similar Solutions?. *BMJ Evidence-Based Medicine*. 2019 April;24(2):45–47. DOI: 10.1136/bmjebm-2018-110971. Available From: <https://ebm.bmj.com/content/early/2018/09/27/bmjebm-2018-110971?versioned=true>.
 38. Kupferman J, Rubio OR, Amador JJ, Pilarte DL, Wilker EH, Laws RL, et al. Acute Kidney Injury in Sugarcane Workers at Risk for Mesoamerican Nephropathy. *Am J Kidney Dis (AJKD)*. 2018 October;XX(X):1-8. DOI: 10.1053/j.ajkd.2018.04.014. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30042041/>.
 39. Bodin T, Trabanino RG, Weiss I, Jarquín E, Glaser J, Jakobsson K, Lucas RAI, et al. Intervention to Reduce Heat Stress and Improve Efficiency Among Sugarcane Workers in El Salvador: Phase 1. *Occupational and Environmental Medicine (Occup Environ Med)*. 2016 April 12;73:409-416. DOI:10.1136/oemed-2016-103555. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4893112/>.
 40. Elinder CG, Wernerson A, and Wijkström J. *Mesoamerican Nephropathy (MeN): A 'New' Chronic Kidney Disease Related to Occupational Heat Exposure with Repeated Deprivation of Salts and Water*. *International Journal of Nephrology and Kidney Failure*. 2015 August 25;1(2): 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.16966/2380-5498.109>. Available From: <https://www.sciforschenonline.org/journal/s/nephrology-kidney/IJNKF-1-109.php>.
 41. Glaser J, Hansson E, Weiss I, Wesseling C, Jakobsson K, Ekström U, et al. Preventing Kidney Injury Among Sugarcane Workers: Promising Evidence From Enhanced Workplace Interventions. *Occupational and Environmental Medicine*. 2020 May 13;0:1–8. DOI:10.1136/oemed-2020-106406. Available From: <https://oem.bmj.com/content/early/2020/05/12/oemed-2020-106406>.

42. Hailu T. Assessment of The Prevalence of Heat Stress Related Illness Among Outdoor Sugar Factories Workers in Ethiopia. Addis Ababa University, College Of Health Science, School Of Public Health, Department Of Preventive Medicine Environmental And Occupational Health Unit. 2018 June. Available From: <http://etd.aau.edu.et/bitstream/handle/123456789/14823/Teklu%20Hailu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
43. Wegman DH, Apelqvist J, Bottai M, Ekström U, Trabanino RG, Glaser J, et al. Intervention to Diminish Dehydration and Kidney Damage Among Sugarcane Workers. *Scand J Work Environ Health*. 2018 January 1;44(1):16-24. DOI: 10.5271/sjweh.3659. Epub. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28691728/>.
44. Hertzberg D, Ryden L, Pickering JW, Sartipy U, and Holzmann MJ. Acute Kidney Injury—an Overview of Diagnostic Methods and Clinical Management. *Clinical Kidney Journal*. 2017;10(3):323–331. DOI: 10.1093/ckj/sfx003. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5466115/>.
45. Ito O. Renal Rehabilitation in Patients with Chronic Kidney Disease. *Physical Medicine and Rehabilitation Research*. 2017 August 31;2(5):1-4. DOI: 10.15761/PMRR.1000S1002. Available From: <https://www.oatext.com/pdf/PMRR-S1-002.pdf>.
46. Silver SA, Adu D, Agarwal S, Gupta KL, Lewington AJP, Pannu N, et al. Strategies to Enhance Rehabilitation After Acute Kidney Injury in the Developing World. *Kidney International Reports*. 2017 July;2(4):579–593. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.04.005>. Available From: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468024917301006>.